

知的照明導入時における実照明配置と IP アドレスのマッピングシステム

木田 直人

1 はじめに

我々の研究室では、知的照明システムの研究、開発を行っている¹⁾。知的照明システムは、複数の調光可能な照明とその制御装置、および移動可能な照度センサで構成されており、各機器がネットワーク上で協調動作を行うことで、必要な場所に必要の照度を提供し、かつ省エネルギーを実現するシステムである。

現在、本システムはシステムの有効性の検証と今後の産業化に向けて、先進オフィスに導入し、実際の執務空間における実証実験を行うことが決定している。しかし、現在のシステムの導入時には課題がある。知的照明システムでは、各照明機器の独立した光度制御を行っており、そのためには照明と制御装置の対応付けが重要となる。しかし、現在のオフィスビルでは信号線のグルーピングで調光区分が決められているため、大規模なオフィスであるほどその信号線の配線の変更や、対応付けを行うことは多大な労力を要する。そこで、各照明機器と制御装置の配線に依存しない省設定のためのシステム構成を考える必要がある。

本報告では、画像処理を用いて各照明に対応する制御装置のネットワーク上における位置を示す論理アドレスを取得し、各照明と制御装置のマッピングを自動的に行うことによって、知的照明導入時における省設定を実現するシステムを提案する。

2 アドレスマッピングシステム

2.1 システムの概要

本システムは、部屋の床に設置した魚眼 Web カメラを天井に向け、UI 用 PC 上で実行しているアドレスマッピングアプリケーションを用いて天井の照明に対する画像処理を行う。その結果判明した各照明に対応する制御装置の論理アドレスを XML ファイル形式で出力し、そのファイルを UI が読み込むだけで UI 上から自由に目的の照明の光度制御が利用可能となる。なお、本システムでは論理アドレスとして IP アドレスを用いる。

2.2 システムの構成

アドレスマッピングシステムの構成を Fig. 1 に示す。本システムは調光可能な照明、調光信号発生器、照明制御装置 (汎用コンピュータ)、UI 用 PC、UI 操作用のタッチパネルディスプレイ、魚眼 web カメラから構成される。なお、魚眼 Web カメラにはヤマハ製のプロジェクトフォーン・フィッシュアイカメラ「PJP-CAM1」²⁾を用いる。また、UI 用 PC と制御装置との通信 API には MPI を用いる。

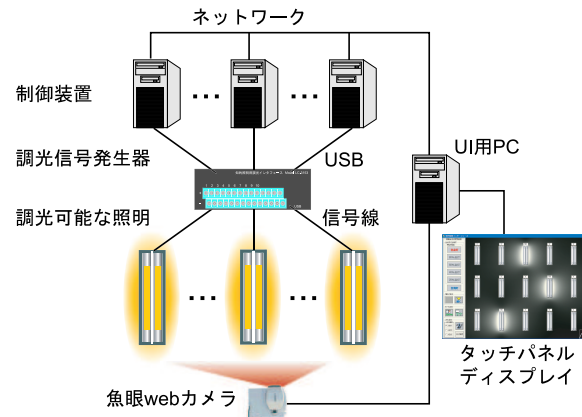


Fig.1 アドレスマッピングシステムの構成 (出典: 自作)

2.3 システムの動作手順

以下に本システムの詳細な動作手順を示す。

1. 魚眼 Web カメラの設置
部屋の照明を全て点灯し、天井の全ての照明が魚眼 Web カメラの画面上に収まる位置に魚眼カメラを設置する。
2. アドレスマッピングアプリケーションの実行
UI 用 PC 上でアドレスマッピングアプリケーションを実行し、魚眼 Web カメラから取り込んだ動画をリアルタイムに画像処理することによって全ての照明を認識させる。
3. 照明の消灯の認識による IP アドレスの取得
全ての照明を 1 灯ずつ一定時間消灯し、消灯した照明を画像処理によって識別することにより、各照明に対応する制御装置の IP アドレスを取得する。
4. アプリケーションの終了と UI の実行
全ての照明の IP アドレスを取得後、アプリケーションの終了と同時に出力される XML ファイルを UI が読み込む。

なお、アドレスマッピングアプリケーションの詳細な操作方法と機能、および XML ファイルのタグ構成については次章で述べる。

3 アドレスマッピングアプリケーション

3.1 アプリケーションの概要

アドレスマッピングアプリケーションを Fig. 2 に示す。Fig. 2 に示すように、本アプリケーションの左側の画面に魚眼 Web カメラからリアルタイムに取り込んだ入力画像のうち照明部分を赤色の矩形で囲んで表示している。また、右側の画面には入力画像を指定した閾値で

2 値化し、その 2 値画像に対してラベリングを行った後、指定した面積でフィルタリングした画像をリアルタイムに表示している。フィルタリング結果はラベリングした領域を囲う赤色の最小包含矩形と面積の描画によって確認できる。

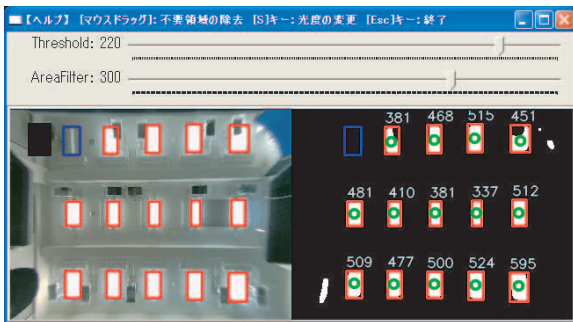


Fig.2 アドレスマッピングアプリケーション (出典：自作)

3.2 アプリケーションの操作方法

1. Threshold トラックバー
入力画像を 2 値化するための閾値を設定する。
2. AreaFilter トラックバー
ラベリングした 2 値画像をフィルタリングするための面積を設定する。設定した面積未満のラベリング領域は照明とは認識されない。
3. マウドラッグ
壁の反射光などを照明と誤認識する場合は、マウドラッグによってその領域の除去を行う。
4. S キーの押下
S キーの押下によって、各照明が 1 灯ずつ一定時間の消灯を開始する。消灯した照明の認識は、Fig. 2 に示すように青色の矩形の描画によって確認できる。
5. Esc キーの押下
アプリケーションの終了と、XML ファイルの出力を行う。

3.3 XML ファイルのタグ構成

```

AddressMapping.xml
<AddressMapping>
  <CameraSize width="320" height="240" />
  <Array row="3" col="5">
    <vLight id="0">
      <logical ip_addr="192.168.11.1" />
      <x>53</x>
      <y>40</y>
    </vLight>
    <vLight id="1">
      <logical ip_addr="192.168.11.2" />
      <x>106</x>
      <y>40</y>
    </vLight>
    ...
  </Array>
</AddressMapping>

```

CameraSize タグは魚眼 Web カメラの画像サイズが 320 × 240 であることを表し、Array タグは照明が 3 行

5 列の配置であることを表す。vLight タグは照明の灯数分存在し、子要素には IP アドレスを属性に持つ logical タグがある。また、UI で用いることを想定して各照明の重心の 2 次元座標を示す x, y タグがある。なお、vLight タグは x, y タグの値を元にソートして出力される。

4 基本動作実験

本実験では、2.3 節で述べたアドレスマッピングシステムの動作手順通りにシステムを動作させた結果、各照明機器と制御装置の配線に依存せずマッピングが正常に行えるかどうかを確認することを目的とする。そこで、知的照明実験室（照明 15 灯、制御装置 15 台）において、Fig. 1 のシステム構成における調光信号発生器に接続されている各制御装置の USB ケーブルを無作為に接続し直し、基本動作実験を行った。

基本動作実験の結果を Fig. 3 に示す。Fig. 3(a) は、AddressMapping.xml を読み込んだ UI を Fig. 1 で示したタッチパネルディスプレイを用いて操作した UI 上の照明の動作状況である。それに対して Fig. 3(b) は、UI を操作後の実際の照明の点灯状況を魚眼 Web カメラで撮影したものである。

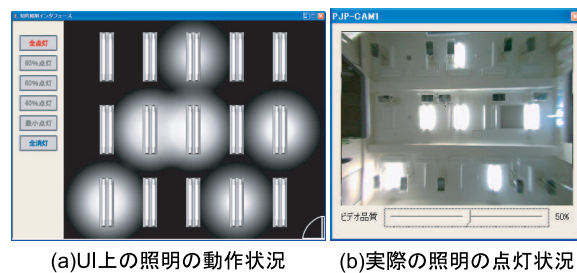


Fig.3 基本動作実験 (出典：自作)

Fig. 3 のように、UI 上の照明の操作状況と、実際の照明の動作状況が一致していることが分かる。以上より本システムが正常に動作していることが確認できた。

5 今後の展望

今後の展望としては以下のことが挙げられる。

- 照明が一行ない場合を想定した実験を行う。
- 照明が一灯故障している場合などの不規則配列を想定した実験を行う。
- 実験室において、照明 45 灯を対象とした実験を行う。
- 魚眼カメラ一台で全照明が映しきれない場合、画像を合成するなどの手法を考える。

参考文献

- 1) 三木光範. 知的照明システムと知的オフィス環境コンソーシアム. 人口知能学会, Vol. 22, No. 3, pp. 399-410, 2007.
- 2) 360° 撮影可能で多機能な web 会議用カメラ ヤマハプロジェクトフォン・フィッシュアイカメラ. <http://www.yamaha.co.jp/news/2007/07061301.html>.